

Газотурбинная электростанция  
на базе FT8 Mobilepac  
на подстанции 200 кВ «Кирилловская»  
(п. Гайдук под Новороссийском)

# Затраты на создание ГТЭС как критерий выбора оборудования

Д. В. Склярский, О. О. Бабарин – ООО «Пратт энд Уитни Пауэр Системз, СиАйЭс»  
С. Н. Костин – Энергостроительная корпорация «Союз»

При приобретении товаров и услуг, особенно сложной промышленной продукции – например газотурбинного энергетического оборудования, покупатель стоит перед выбором наиболее подходящей для него модели. Проблема заключается в том, что на рынке ГТУ представлено множество похожих по техническим и эксплуатационным характеристикам аналогов, производимых конкурирующими фирмами.

## **In brief** Gas turbine power plants installation costs as a criterion of equipment selection.

*Pratt & Whitney Power Systems has considerable experience and advanced technologies for the construction of gas turbine power plants. FT8 gas turbine plant has the most complete package among other plants in the world. It gives the opportunity to reduce volume and period of development, construction and commissioning works as well as the costs of site infrastructure.*

Особенностью российского рынка ГТУ является то, что основным критерием, определяющим выбор покупателя, становится заявленная продавцом цена оборудования. Такой подход в корне неверен и почти наверняка приведет покупателя к дополнительным тратам и проблемам, за которые придется заплатить цену, сравнимую со стоимостью самого оборудования, а может, и большую.

Что же должно стать определяющим при выборе ГТУ? Предлагаемое газотурбинное оборудование должно отвечать требованиям покупателя по уровню выдаваемой электрической мощности, КПД, экологическим параметрам. Как уже было отмечено, часто эти показатели близки или идентичны, что при примерно одинаковой цене затрудняет окончательный выбор.

Рассмотрим, из чего, на взгляд авторов, складываются общие затраты на создание газотурбинной электростанции.

## **Цена оборудования**

Значительный объем затрат при строительстве ГТЭС составляет, прежде всего, закупка основного генерирующего оборудования. Технико-коммерческое предложение (ТКП) добросовестного поставщика всегда содержит перечень объема поставки, где четко описаны материалы и услуги, которые получит покупатель. Если ТКП выдается для какого-либо стандартного (а не конкретного) проекта объема поставки, покупатель должен не только досконально и критически его изучить на соответствие закупочной спецификации, но и определить возможность строительства ГТЭС.

На практике же у покупателя при приобретении ГТУ часто отсутствует разработанная проектно-сметная документация и заказные спецификации на оборудование, что крайне негативно отражается на определении границ поставок и ответственности при строительстве

объекта. По мере развития проекта заказчик может уточнять, доукомплектовать и расширять объем закупаемого оборудования, что влечет за собой увеличение конечной цены и сроков поставки.

В некоторых случаях недостающее оборудование необходимо еще и спроектировать, т.е. опять возникают дополнительные затраты и риски проектных решений. Иногда объем поставки может быть и избыточным и включать элементы, не требующиеся для монтажа оборудования данной фирмы. Примером могут служить опоры для воздухоочистительных устройств и/или выхлопа.

В этом отношении наиболее полным и оптимальным среди аналогов является объем поставки ГТУ FT8 компании Pratt & Whitney Power Systems (PWPS). Полностью укомплектованная ГТУ после монтажа блоков на площадке является готовой к применению модульной электростанцией.

В объем поставки *газотурбинного блока* входят:

- двухтопливная промышленная газовая турбина FT8;
- система смазки газогенератора и силовой турбины (с воздушным охлаждением);
- топливная система жидкого и газообразного топлива;
- система гидравлического запуска ГТУ;
- система буферного воздуха;
- система экологического впрыска воды;
- укрытие газовой турбины;
- двухступенчатый входной воздушный фильтр с шумоглушителем;
- выхлопная труба с шумоглушителем;
- система пожарообнаружения и пожаротушения CO<sub>2</sub>.

Блок *турбогенератора* включает:

- синхронный генератор с воздушным охлаждением;
- маслосистема (с воздушным охлаждением);
- укрытие блока генератора.

Заказчику при этом нет необходимости выполнять расчет, проектирование и изготовление (или закупку) выхлопного глушителя и трубы, а также опор.

Блок *управления* ГТУ включает:

- шкаф системы управления ГТУ;
- шкаф управления, защиты и синхронизации генератора;
- шкафы КИП;
- ЧМИ на базе ПК и панель ручного управления;
- сухой трансформатор собственных нужд 250 кВА;
- центр управления электромоторами (РУСН 380В);

- КРУ 10 кВ (вакуумный выключатель, ТТ и ТН);
- батареи 24 и 125 В с зарядными устройствами;
- система пожарообнаружения и пожаротушения;
- система кондиционирования и климат-контроля;
- укрытие в заводском исполнении.

*Межблочные связи* включают комплектный шинопровод от генератора к КРУ, кабели с быстросборными соединениями, трубопроводы.

Заказчику при этом нет необходимости выполнять проектирование, закупку и подключение низковольтной (380 В) аппаратуры электроснабжения собственных нужд ГТУ и КРУ 10 кВ (а также его стыковку с поставляемым генератором и блоками его управления и защит). Не требуется проектирование и строительство специального помещения с климат-контролем, системой пожарообнаружения и аккумуляторными батареями для размещения данного оборудования.

Поставка ГТУ в полной комплектации и максимальной заводской готовности позволяет в минимальные сроки получить окончательную документацию для привязки оборудования на объекте. При этом исключается разделение ответственности между поставщиками отдельных частей ГТУ.

🌀 Доставка энергоблоков мобильной ГТЭС авиационным и водным транспортом

🌀 ГТЭС на базе FT8 Mobilercs на ПС 110 кВ «Игнатово» (Московская обл.)



➤ Газотурбинный  
двигатель FT8

### Стоимость доставки

Второй немаловажной составляющей общих затрат является стоимость доставки. Транспортировка оборудования, как правило, негабаритного и тяжеловесного, требует специальной техники, подготовки трассы, укрепления мостов и т.п., что влечет за собой все новые и новые затраты. Иногда габариты и вес оборудования просто не позволяют доставить его до площадки размещения.

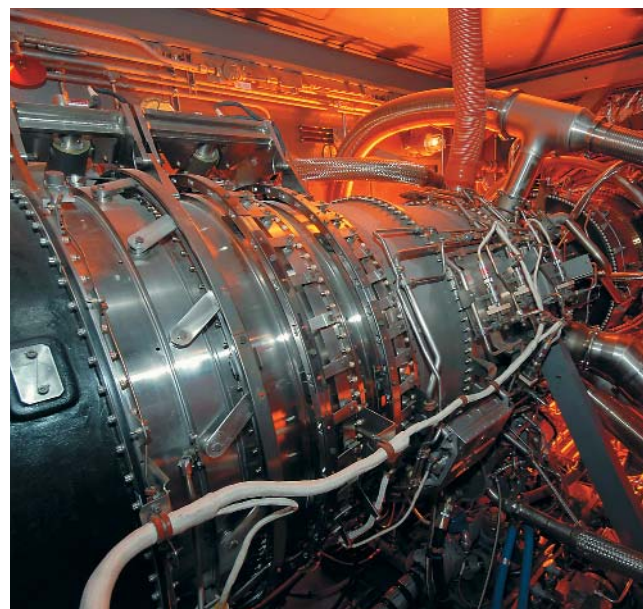
Представляя свои модульные ГТЭС как транспортируемые и мобильные, компания PWPS достигла габаритов и веса оборудования, позволяющих избежать трудностей при транспортировке. Установленные на колесных шасси, трейлеры ГТЭС Mobileras могут транспортироваться обычными седельными тягачами на очень большие расстояния. В качестве примера можно привести перебазирование 22,5 МВт-х ГТЭС из Подмосквья в Новороссийск (более 1000 км) и Кызыл (более 5000 км).

### Строительство, монтаж и пусконаладка

Обращаясь к п. 1, можно убедиться, что шефмонтаж и пусконаладка оборудования включены в объем поставки, т.е. они не окажутся неожиданно дополнительной строкой с шестизначной цифрой в счете поставщика.

При строительстве электростанций весьма существенной статьёй расходов является возведение капитальных сооружений, необходимых для размещения некоторых видов оборудования. При этом требуется также дополнительное проектирование, подряд со строительной организацией и т.д. (т.е. новые траты).

Оборудование PWPS, выполненное в виде готовых модулей, анкерно закрепляется на простом монолитном фундаменте и не требует возведения дополнительных сооружений. Это



позволяет на 50 % сократить объем проектных и строительномонтажных работ, а также их стоимость и срок исполнения.

Стандартизированный проект размещения оборудования, задание на фундамент, монтажные и сборочные чертежи выдаются заказчику до поставки оборудования на площадку, позволяя избежать ошибок при проектировании. Все входящие в объем поставки необходимые кабели и трубопроводы имеют быстроразъемные подключения и фланцевые болтовые соединения, полностью исключающие необходимость сварочных работ на площадке. Кроме этого, они размещаются поверх фундамента, не требуя прокладки отдельных каналов или трасс.

ГТЭС компании PWPS устанавливается на фундамент, представляющий собой единую плиту (36x17x1 м). Для блока управления и блоков вспомогательных систем не требуется отдельных фундаментов. Нужно отметить, что при перемещении ГТУ на другую площадку анкерные шпильки можно вывернуть.

Оборудование станции устанавливается на открытой площадке, где температура атмосферного воздуха может достигать  $-40^{\circ}\text{C}$ . Обеспечивается обогрев укрытий газовой турбины и генератора электронагревателями. Для системы трубопроводов (масляных, жидкого топлива, водяных и дренажных) предусмотрен спутниковый обогрев.

Все оборудование, устанавливаемое снаружи, имеет холодостойкое исполнение (внутренний обогрев и специальная смазка электродвигателей, обогрев датчиков).

Таким образом, у заказчика нет необходимости выполнять проектирование и строительство капитального здания или ангара для обо-

➤ ГТЭС на базе FT8 Swiftpac





дования с системами обогрева, вентиляции, пожаротушения, а также интеграцию систем воздухозабора, газовыхлопа, охлаждения укрытий в здание или ангар.

Все блоки и модули поставляются полностью собранными и испытанными на заводе-изготовителе. В связи с этим заказчику не нужно выполнять сборку масляной, топливной и других систем ГТУ, монтаж и подключение шкафов системы управления, регулирования и защит генератора, шкафов КИП, низковольтной (380 В) аппаратуры, КРУ 10 кВ.

Не нужны отдельные фундаменты под опоры ВОУ и выхлопной трубы, монтаж опорных конструкций, центровка отдельных блоков с установкой компенсаторов, так как ВОУ и выхлопная труба устанавливаются на блок ГТУ без дополнительных опор.

Все межблочные коммуникации поставляются в полной заводской готовности: кабели с разъемами быстрого подключения; трубы на резьбовых и фланцевых соединениях; кабельные лотки. В связи с этим исключается проектирование трубопроводов и кабельных связей между блоками ГТУ, устройство кабельных каналов или эстакад между блоками, разделка и подготовка кабелей к подключению.

### Дополнительные преимущества


Компания Pratt & Whitney Power Systems обеспечивает шефмонтаж и пусконаладку, гарантийное и, по желанию заказчика, постгарантийное обслуживание всего поставляемого оборудования, включая межблочные связи. Кроме того, дается гарантия на достижение ГТУ основных технико-экономических показателей (мощности и КПД) при минимальном наборе условий (качество подаваемого топлива

и воды для впрыска, соответствие схемы отбора мощности).

Все применяемые инженерные решения, в том числе по низко- (380 В) и высоковольтному (10 кВ) оборудованию, проверены опытом эксплуатации аналогичных установок по всему миру в различных условиях. Это гарантирует совместимость всего оборудования и обеспечение любых расчетных режимов работы ГТУ, исключает дополнительные работы по интеграции применяемого оборудования от различных поставщиков, его наладке. Заказчик имеет возможность использовать информацию, полученную изготовителем по результатам эксплуатации аналогичных установок, в виде технических бюллетеней или докладов на ежегодных конференциях пользователей ГТУ FT8.

### Заключение

- Компания Pratt & Whitney обладает огромным опытом и новейшими технологиями для строительства газотурбинных установок мирового класса.
- Газотурбинная установка FT8 имеет самую полную комплектацию среди аналогов на рынке, что позволяет значительно сократить объем и сроки проектных, строительных, монтажных и пусконаладочных работ, а также затраты на инфраструктуру.
- Компания предоставляет полный спектр услуг по поддержке эксплуатации и обслуживания установок FT8 по всему миру с привлечением как отечественных, так и иностранных специалистов.

*Надеемся, что данная статья поможет заказчикам газотурбинного оборудования сориентироваться среди массы предложений и сделать правильный выбор.* 

 **FT8 Swiftpac**  
в когенерационном цикле

 **FT8 Swiftpac**